

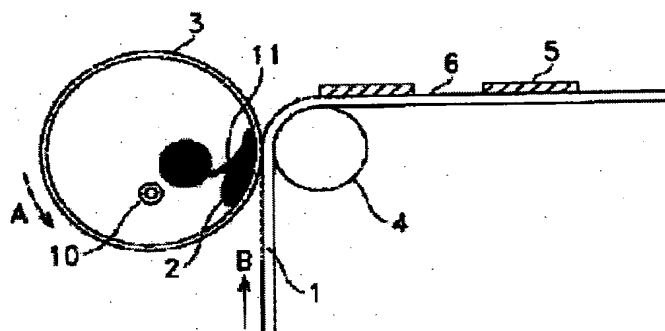
METHOD OF MANUFACTURING ELECTRODE

Patent number: JP2002164043
Publication date: 2002-06-07
Inventor: WATANABE FUJIIHIKO; SATO KAZUYA
Applicant: SONY CORP
Classification:
- international: H01M4/04
- european:
Application number: JP20000360260 20001127
Priority number(s):

Abstract of JP2002164043

PROBLEM TO BE SOLVED: To reconcile the quality and the productivity of an electrode manufactured by coating with a rotary screen.

SOLUTION: In a method of manufacturing the electrode of a battery for forming an electrode active material layer of a non-aqueous electrolyte lithium ion secondary battery by coating a band-shaped base material 1 with the electrode mix coating liquid 2 including an electrode mix by using the rotary screen 3, the viscosity of the electrode mix coating liquid 2 is controlled. The viscosity of the positive electrode coating liquid is 30,000 to 90,000 mPa.S' while that of the negative electrode coating liquid is 40,000 m to 100,000 mPa.S'.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-164043

(P 2002-164043A)

(43) 公開日 平成14年6月7日(2002. 6. 7)

(51) Int.-Cl.⁷

H01M 4/04

識別記号

FI

H01M 4/04

テーマコード(参考)

A 5H050

審査請求 未請求 請求項の数 6

OL

(全9頁)

(21) 出願番号 特願2000-360260(P2000-360260)

(22) 出願日 平成12年11月27日(2000. 11. 27)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 渡辺 富二彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 佐藤 一弥

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

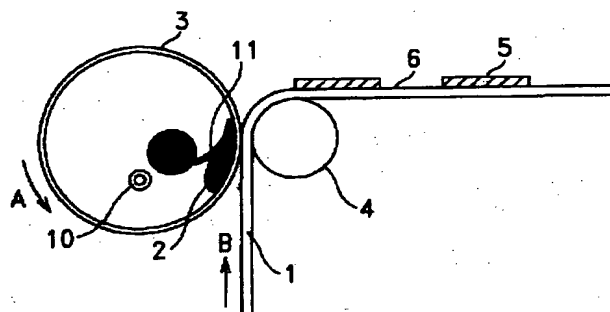
Fターム(参考) 5H050 AA19 BA17 CA07 CB07 CB08
CB09 GA22 GA29 HA10

(54) 【発明の名称】 電極製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ロータリースクリーンを用いて塗布した電極の品質と生産性とを両立させる。

【解決手段】 ロータリースクリーン3を用いて電極合剤を含有した電極合剤塗液2を帯状基材1上に塗布して、非水電解質リチウムイオン二次電池の電極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、電極合剤塗液2の粘度を制御する。正極塗液の粘度は30,000mPa・S'以上、90,000mPa・S'以下とし、負極塗液の粘度は40,000mPa・S以上100,000以下とする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータリースクリーンを用いて正極合剤を含有した正極塗液を基材上に塗布して正極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、

上記正極塗液の粘度を $30000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $90000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下にすることを特徴とする電極製造方法。

【請求項 2】 上記電池は、リチウムイオン二次電池であることを特徴とする請求項 1 記載の電極製造方法。

【請求項 3】 上記電池は、電解質に非水電解質を用いることを特徴とする請求項 1 記載の電極製造方法。

【請求項 4】 ロータリースクリーンを用いて負極合剤を含有した負極塗液を基材上に塗布して負極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、

上記負極塗液の粘度を $40000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $100000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下にすることを特徴とする電極製造方法。

【請求項 5】 上記電池は、リチウムイオン二次電池であることを特徴とする請求項 4 記載の電極製造方法。

【請求項 6】 上記電池は、電解質に非水電解質を用いることを特徴とする請求項 4 記載の電極製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電池の電極の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年において、カメラ一体型 VTR (video tape recorder)、携帯電話、携帯用コンピュータ等のポータブル電子機器が多く登場し、その小型軽量化が図られている。そして、これら電子機器のポータブル電源として電池が用いられ、特に二次電池が多く使用されているとともにその需要も高まっている。

【0003】 ところで、二次電池では、電極を作製する際に、基材の主面に電極合剤を塗布し、乾燥することにより、電極活物質層を形成する。ここで、基材の主面に電極合剤を塗布する方法としては、例えば、ロータリースクリーンを用いた方法（以下、ロータリースクリーン塗布法と称する）がある。

【0004】 ロータリースクリーン塗布法では、図 7 に示すような、ロータリースクリーン 101 を用いる。このロータリースクリーン 101 の外周曲面には、図示されない電極合剤が押し出される開口部 102 を有し、この開口部 102 は、多数の小孔 103 によって形成されている。そして、このロータリースクリーン 101 が図示されない基材上を回転する際に、ロータリースクリーン 101 の内部に供給された電極合剤の塗液を図示されないスキージブレードが開口部 102 より押し出して基材の主面に電極合剤を塗布する。この塗布された電極合剤が乾燥されることにより電極活物質層を形成し、所望の電極とすることができる。なお、ロータリースクリーン

ン塗布法では、塗工開始の前に塗液がロータリースクリーン 101 の内部において塗工幅の方向に均一の量になるように供給している。これは、基材の主面に電極合剤を均一に塗布するためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、ロータリースクリーン 101 の回転中、すなわち、塗工開始直前において、ロータリースクリーン 101 の回転速度、すなわち、塗工速度を上げると、ロータリースクリーン 101 の内部の電極合剤は、ロータリースクリーン 101 の開口部 102 における多数の小孔 103 よりロータリースクリーン 101 の外周表面に滲み出ることとなる。

【0006】 また、塗工終了直後、すなわちロータリースクリーン 101 が高速回転で図示しないバックアップロールより離反すると、ロータリースクリーン 101 の内部の電極合剤は、ロータリースクリーン 101 の開口部 102 における多数の小孔 103 よりロータリースクリーン 101 の外周表面に滲み出ることとなる。

【0007】 そして、滲み出た電極合剤は、ロータリースクリーン 101 の回転に伴って無方位に飛び散るとともに、基材の表面に付着し、塗布むらとなって電極の欠陥不良を生じさせることとなる。このような、欠陥不良が生じた電極は、乾燥後に塗膜の厚みにむらが生じた電極となり、塗膜の厚い部分と薄い部分とで膜厚に差が生じるため、基材に亀裂や切断等が生じてしまうことがある。また、材料の無駄が多くなり、巻き出しロールから成形できる製品の歩留まりが低下するといった問題があった。

【0008】 そして、上述したような電極の欠陥不良は、ロータリースクリーンの回転速度、すなわち塗工速度を遅くすれば防ぐことができるが、生産性が悪くなるという代償を払わなければならなかった。

【0009】 そこで、本発明は、このような従来の事情に鑑みて提案されたものであり、ロータリースクリーンを用いて塗布した電極の品質と生産性とを両立させた電極製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成する本発明に係る電極製造方法は、ロータリースクリーンを用いて正極合剤を含有した正極塗液を基材上に塗布して正極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、正極塗液の粘度を $30000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $90000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下にすることを特徴としている。

【0011】 以上のように、本発明に係る電極製造方法では、ロータリースクリーンを用いて、正極塗液を基材上に塗布する際に、正極塗液を高粘度とし、その粘度範囲を $30000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以上 $90000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下にすることにより、ロータリースクリーン内に供給された正極塗液は、ロータリースクリーンの外周表面に滲み出ることなくなり、無方位に飛び散ることがなくな

る。これにより、正極塗液が塗布された正極に付着して起こす、塗布むらといった欠陥不良が防止される。

【0012】また、この目的を達成する本発明に係る電極製造方法は、ロータリースクリーンを用いて負極合剤を含有した負極塗液を基材上に塗布して負極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、負極塗液の粘度を40000mPa・s以上100000mPa・s以下にすることを特徴としている。

【0013】以上のように、本発明に係る電極製造方法では、ロータリースクリーンを用いて、負極塗液を基材上に塗布する際に、負極塗液を高粘度とし、その粘度範囲を40000mPa・s以上100000mPa・s以下にすることにより、ロータリースクリーン内に供給された負極塗液は、ロータリースクリーンの外周表面に滲み出ることなくなり、無方位に飛び散ることがなくなる。これにより、負極塗液が塗布された負極に付着して起こす、塗布むらといった欠陥不良が防止される。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照にして詳細に説明する。

【0015】本発明を適用した電極製造方法を図1に示す電極塗布装置を用いて説明する。また、本実施の形態では、一例としてリチウムイオン二次電池の図2に示すような、図1に示す電極塗布装置を用いて間欠塗布した電極についても説明している。なお、図1は、本発明の電極製造方法を適用した電極塗布装置を示す概略断面図であり、図2は、本手法を適用した電極塗布装置により間欠塗布された電極の平面図である。

【0016】この電極塗布装置は、電極の基材となる帯状基材1に電極活物質を含有する電極合剤塗液2を塗布することにより、図2に示すような、間欠塗布した電極を作製する装置である。

【0017】この電池塗布装置は、回転することで電極合剤塗液2を帯状基材1に塗布する円筒状を有するロータリースクリーン3と、そのロータリースクリーン3に対向配置されるバックアップロール4とを備えている。

【0018】図3に示すロータリースクリーン3は、図2に示す塗工部5と未塗工部6とを有する間欠塗布された電極を作製するために、帯状基材1の主面に電極合剤塗液2の塗工部5を形成する開口部7と、電極合剤塗液2が塗布されない未塗工部6となる位置にステンシル部8とが形成されている。また、これを用いることにより間欠塗布が可能となる。

【0019】開口部7は、電極合剤塗液2が押し出される無数の小孔9によって構成されている。

【0020】また、ロータリースクリーン3は、図1に示すように、その内部に圧送された電極合剤塗液2を塗工幅均一に供給が可能である図示しないスリット口を有する塗液供給ノズル10と、供給された電極合剤塗液2を帯状基材1の主面に開口部7より押し出すスキージブ

レード11とを備えている。

【0021】帯状基材1には、正極の基材となる場合には、例えばアルミニウム箔等を用いる。そして、負極の基材となる場合には、例えば銅箔等を用いる。

【0022】電極合剤塗液2には、正極を作製する場合、正極塗液を用いる。そして、負極を作製する場合、負極塗液を用いる。

【0023】正極塗液は、一般式 Li_xMO_z （式中のMは1種類以上の遷移金属であり、 x は $0.05 \leq x \leq 1.10$ を満足させる数である）で表される正極活物質と、例えば炭素材料等による導電剤と、例えばポリフッ化ビニリデン樹脂等のフッ素系バインダである結着剤とを混合した正極合剤に、溶剤であるN-メチル-2-ピロリドン（NMP）を加えて分散し、スラリー状に調整して作製される。

【0024】正極活物質には、上記式中の遷移金属MにCo、Ni又はMnのうち少なくとも1種を使用することが好ましく、特にCoを使用することが好ましい。このリチウム複合酸化物では、リチウム及び遷移金属Mのそれぞれの塩、例えば炭酸塩、硝酸塩、酸化物、ハロゲン化物等を原料として製造される。そして、所望の組成に応じてリチウム塩原料及び遷移金属Mの原料をそれぞれ計量し、十分に混合した後に酸素雰囲気において600℃～1000℃の温度範囲で加熱焼成することにより製造される。なお、このような正極活物質では、各成分の混合方法を特に限定するものではなく、粉末状の塩類を水等に溶解させた状態に混合しても良い。

【0025】一方、負極塗液は、リチウムをドープ且つ脱ドープし得る炭素材料である負極活物質と、例えばポリフッ化ビニリデン樹脂等のフッ素系バインダである結着剤とを混合した負極合剤に、溶剤であるNMPを加えて分散し、スラリー状に調整して作成される。

【0026】負極活物質には、炭素材料を用いる。すなわち、2000℃以下の比較的低い温度で焼成して得られる低結晶性炭素材料や結晶化し易い原料を3000℃付近の温度で焼成した高結晶性炭素材料を使用する。例えば、熱分解炭素類、コークス類（ピッチコークス、ニードルコークス、石油コークス等）、人造黒鉛類、天然黒鉛類、ガラス状炭素類、有機高分子化合物焼成体（フuran樹脂等を適当な温度で焼成し、炭素化したもの）、炭素繊維、活性炭素類等である。特に負極活物質には、（002）面の面間隔が3.70Å以上、真密度が1.70g/cc未満、空気流量中の示差熱分析において700℃以上に発熱ピークを持たない低結晶性炭素材料を用いることが望ましい。

【0027】以上のように構成された電極塗布装置では、まず、ロータリースクリーン3の内部に電極合剤塗液2が塗液供給ノズル10より供給される。次に、ロータリースクリーン3が図1中矢印Aの方向に回転するとともに、ロータリースクリーン3と同期して帯状基材1

が図1中矢印Bの方向に搬送される。次に、ロータリースクリーン3の内部に備わるスキージブレード11がロータリースクリーン3に形成された開口部7より電極合剤塗液2を押し出すことにより、帯状基材1の主面に電極合剤塗液2が塗工部5として塗工される。

【0028】ところで、従来の技術による間欠塗布の電極を作製する電極塗布装置を用いた電極製造方法では、図4に示すように、図中矢印C方向にロータリースクリーン21が回転する時、すなわち塗工する時において、その回転速度、すなわち塗工速度を上げると、ロータリースクリーン21の内部の電極合剤塗液22がロータリースクリーン21における開口部23の小孔24よりロータリースクリーン21の外周表面に塗液しみ25が生じてしまう。この塗液しみ25は、ロータリースクリーン21の回転に伴って、塗液飛散物26として無方位に飛び散ることとなる。そして、図5及び図6に示すように、塗液飛散物26は、帯状基材27の主面の未塗工部表面に付着し、塗布むらといった問題となった。なお、図4は、従来技術の方法による電極塗布装置の電極塗工部を示す要部断面図であり、図5は、間欠塗布電極の未塗工部に付着した塗液飛散物を示した概略平面図であり、図6は、図5中線分D-D'の断面図である。

【0029】これに対して、本発明を適用した電極製造方法では、ロータリースクリーン3を用いて電極合剤塗液2である正極合剤を含有した正極塗液を帯状基材1の主面に間欠塗布して正極を作製する際に、正極塗液を高粘度とし、その粘度範囲を30000mPa・s以上90000mPa・s以下にすることを特徴とする。

【0030】上記した正極塗液を高粘度にしたことにより、ロータリースクリーン3の外周表面への塗液しみを防ぐことができ、ロータリースクリーン3の回転に伴って塗液飛散物として正極塗液が飛び散ることをなくすることができる。これにより、正極塗液が塗布された正極に付着して生じる、塗布むらを防ぐことができる。

【0031】したがって、本手法により作製した正極では、塗布むらによる塗膜厚に差が生じることがなく、帯状基材1に亀裂や切断等が起らず、材料の無駄がなくすることができる。それゆえ、帯状基材1の一巻の巻き出しロールから成形できる製品の歩留まりを向上させることが可能である。

【0032】そして、正極塗液の粘度範囲を30000mPa・s以上90000mPa・s以下と適正にしたことにより、ロータリースクリーン3の回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく正極塗液の塗布が可能であり、塗布むら等の欠陥不良のない高品質な正極を作製できる。これらのことにより、本手法では、ロータリースクリーン3を用いて塗布した正極の品質と生産性とを両立させることが可能である。

【0033】例えば、正極塗液の粘度が30000mPa・sより低い場合、ロータリースクリーン3の外周表

面への塗液しみを防ぐことができず、上述したような効果を得ることができない。一方、正極塗液の粘度が90000mPa・sより高い場合、正極塗液がロータリースクリーン3の内周及び外周表面で乾燥し、開口部7における小孔9を目詰まらせて、正極の塗工部5にピンホールを生じさせるといった塗布欠陥となる。なお、この小孔9を目詰まらせる現象は、孔径が小さくなるほど顕著に現れる。

【0034】また、本手法は、例えばリチウムイオン二次電池の正極を作製する際に好適に用いることができる。そして、本手法を適用して作製した正極は、例えばリチウムイオン二次電池の正極に品質と生産性が優れた正極として用いることができる。

【0035】また、本手法は、例えば電解質に非水電解質を用いた電池の正極を作製する際に好適に用いることができる。そして、本手法を適用して作製した正極は、例えば電解質に非水電解質を用いた電池の正極に品質と生産性が優れた正極として用いることができる。

【0036】また、上記においては、正極を作製する場合において説明したが負極を作製する際にも負極塗液を所定の粘度に規定することにより、同様の効果を得ることができる。

【0037】すなわち、ロータリースクリーン3を用いて電極合剤塗液2である負極合剤を含有した負極塗液を帯状基材1の主面に間欠塗布して負極を作製する際に、負極塗液を高粘度とし、その粘度範囲を40000mPa・s以上100000mPa・s以下にすることを特徴とする。

【0038】上記した負極塗液を高粘度にしたことにより、ロータリースクリーン3の外周表面への塗液しみを防ぐことができ、ロータリースクリーン3の回転に伴って塗液飛散物として負極塗液が飛び散ることをなくすることができる。これにより、負極塗液が塗布された負極に付着して生じる、塗布むらを防ぐことができる。

【0039】したがって、本手法により作製した負極では、塗布むらによる塗膜厚に差が生じることがなく、帯状基材1に亀裂や切断等が起らず、材料の無駄がなくすることができる。それゆえ、帯状基材1の一巻の巻き出しロールから成形できる製品の歩留まりを向上させることが可能である。

【0040】そして、負極塗液の粘度範囲を40000mPa・s以上100000mPa・s以下と適正にしたことにより、ロータリースクリーン3の回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく負極塗液の塗布が可能であり、塗布むら等の欠陥不良のない高品質な負極を作製できる。これらのことにより、本手法では、ロータリースクリーン3を用いて塗布した負極の品質と生産性とを両立させることが可能である。

【0041】例えば、負極塗液の粘度が40000mPa・sより低い場合、ロータリースクリーン3の外周表

面への塗液滲みを防ぐことができず、上述したような効果を得ることができない。一方、負極塗液の粘度が100000mPa・sより高い場合、負極塗液がロータリースクリーン3の内周及び外周表面で乾燥し、開口部7における小孔9を目詰まらせて、負極の塗工部5にピンホールを生じさせるといった塗布欠陥となる。なお、この小孔9を目詰まらせる現象は、孔径が小さくなるほど顕著に現れる。

【0042】また、本手法は、例えばリチウムイオン二次電池の負極を作製する際に好適に用いることができる。そして、本手法を適用して作製した負極は、例えばリチウムイオン二次電池の負極に品質と生産性が優れた負極として用いることができる。

【0043】また、本手法は、例えば電解質に非水電解質を用いた電池の負極を作製する際に好適に用いることができる。そして、本手法を適用して作製した負極は、例えば電解質に非水電解質を用いた電池の負極に品質と生産性が優れた負極として用いることができる。

【0044】

【実施例】以下、本発明を適用した電池製造方法を用いた実施例について説明する。

【0045】＜実施例1＞実施例1では、正極塗液を作製するのに、まず、炭酸リチウムと炭酸コバルトをモル比でリチウム：コバルト＝1：1になるように混合し、900℃の空气中で5時間焼成することにより、正極活物質とする焼成体を得た。次に、得られた正極活物質について、X線回折測定を行い、 LiCoO_2 であることを確認した。次に、得られた LiCoO_2 を96重量%と、炭酸リチウム4重量%とを混合した混合品を91重量%と、結着剤であるポリフッ化ビニリデン樹脂を3重量%と、導電剤としてロンザー社製グラファイトKS-6を6重量%とを混合して正極合剤とした。次に、その正極合剤にNMP溶剤を加えて、混合機によって混練・分散を行い正極塗液を作製した。

【0046】このとき、この正極塗液では、NMP溶剤で希釈して粘度を30000mPa・sとした。このときの正極塗液の比重は、2.39g/cm³であった。

【0047】次に、上記のようにして得られた正極塗液を下記の条件で、ロータリースクリーン塗布法による間欠塗布を行い、正極を作製した。

【0048】以下、ロータリースクリーンの塗布条件を、表1に示す。

【0049】

【表1】

- ロータリースクリーン塗布条件
- ・ロータリースクリーンメッシュサイズ：30メッシュ
 - ・メッシュ開口率：40%
 - ・ロータリースクリーン厚さ：300μm、500μm
 - ・ロータリースクリーン小孔径：300μm
 - ・塗工パターン：塗工長550mm、塗工幅600mm
 - ・塗工速度：100m/min

【0050】なお、正極の間欠塗布を施す帯状基材には、アルミニウム箔を用いた。

【0051】＜実施例2＞実施例2では、正極塗液の粘度を60000mPa・s（比重2.51g/cm³）にしたこと以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0052】＜実施例3＞実施例3では、正極塗液の粘度を90000mPa・s（比重2.63g/cm³）にしたこと以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0053】＜実施例4＞実施例4では、ロータリースクリーンの小孔径が500μmであること以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0054】＜実施例5＞実施例5では、正極塗液の粘度を60000mPa・s（比重2.51g/cm³）にしたこと以外は、実施例4と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0055】＜実施例6＞実施例6では、正極塗液の粘度を90000mPa・s（比重2.63g/cm³）にしたこと以外は、実施例4と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0056】＜比較例1＞比較例1では、正極塗液の粘度を20000mPa・s（比重2.35g/cm³）にしたこと以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0057】＜比較例2＞比較例2では、正極塗液の粘度を100000mPa・s（比重2.63g/cm³）にしたこと以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0058】＜比較例3＞比較例3では、正極塗液の粘度を10000mPa・s（比重2.30g/cm³）にしたこと以外は、実施例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0059】＜比較例4＞比較例4では、ロータリースクリーンの小孔径が500μmであること以外は、比較例1と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0060】＜比較例5＞比較例5では、正極塗液の粘度を100000mPa・s（比重2.63g/cm³）にしたこと以外は、比較例4と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0061】＜比較例6＞比較例6では、正極塗液の粘度を10000mPa・s（比重2.30g/cm³）にしたこと以外は、比較例4と同様にして正極塗液の間欠塗布を行った。

【0062】以上のような方法で正極塗液を塗布した実施例1乃至実施例6及び比較例1乃至比較例6の正極について、正極塗液の塗布むらによって生じた帯状基材の亀裂や切断が目視により確認された場合に、その部分に正極塗液が飛散が生じているものとして正極塗液飛散の有無として調べた。

【0063】また、間欠塗布の塗工部におけるピンホールを確認された場合に、ロータリースクリーンにおける小孔の目詰まりが生じているものとして、その有無を調べた。

【0064】これら、各正極における正極塗液飛散及び*

	正極塗液飛散	ロータリースクリーンの小孔の目詰まり
実施例1	○	○
実施例2	○	○
実施例3	○	○
実施例4	○	○
実施例5	○	○
実施例6	○	○
比較例1	×	○
比較例2	○	×
比較例3	×	○
比較例4	×	○
比較例5	○	×
比較例6	×	○

【0066】なお、表2において、正極塗液飛散では、○印が正極塗液飛散がなく塗布が正常に行われていることを表し、×印が正極塗液飛散が生じている欠陥不良であることを表している。そして、ロータリースクリーンの小孔の目詰まりでは、○印が小孔に目詰まりが生じることなく、正極の塗工部にピンホールのなく塗布が正常に行われていることを表している。一方、×印が小孔に目詰まりが生じ、正極の塗工部にピンホールのある欠陥不良であることを表している。特に、××印は、小孔に目詰まりが非常に多い状態であり、正極の塗工部に多数のピンホールが生じた欠陥不良であることを表している。

【0067】表2からわかるように、粘度範囲が3000mPa・s以上90000mPa・sとした正極塗液を用いた実施例1乃至実施例6の正極には、正極塗液飛散がなく、ロータリースクリーンの小孔に目詰まりが生じてないことがわかった。

【0068】それに対して、粘度範囲が30000mPa・sより低い正極塗液を用いた、比較例1、比較例3、比較例4及び比較例6の正極には、正極塗液飛散を生じた。

【0069】これは、正極塗液の粘度が低く、塗工開始直後（塗工終了直後）にロータリースクリーンの外周表面に塗液滲みが生じてしまい、その回転に伴って正極塗液の塗液滲みが基材の表面に飛散したことによる。

【0070】また、粘度範囲が90000mPa・sより高い正極塗液を用いた比較例2及び比較例5の正極には、ロータリースクリーンの小孔が目詰まりしたことにより起こるピンホールを生じた。特に比較例2においては、目詰まりが非常に多い状態であった。

【0071】これは、正極塗液の粘度が非常に高く、ロータリースクリーンの内周及び外周表面で正極塗液の乾燥が起こり、小孔を目詰まらせたことによる。特に、小孔の径が300μmと小さい比較例2においては、小孔

*ロータリースクリーンの小孔の目詰まりの評価結果を以下の表2に示す。

【0065】

【表2】

の目詰まりが顕著に現れた結果となった。

【0072】以上のことから、ロータリースクリーン塗布法に正極塗液の粘度範囲を30000mPa・s以上90000mPa・s以下にして用いることにより、正極塗液の粘性が低い場合に起こる、ロータリースクリーンの外周表面に正極塗液の塗液滲みが生じることを防ぎ、ロータリースクリーンの回転に伴って、この塗液滲みが基材の表面に飛散して塗布むらになるといった欠陥不良がなくなったといえる。また、正極塗液の粘性が過剰に高い場合に起こる、ロータリースクリーンの小孔の目詰まりを防ぎ、正極の塗工部にピンホールが生じるといった欠陥不良がなくなることがわかった。そして、これら欠陥不良を防止することにより、塗膜厚に差が生じたこと等によって起こる帯状基材の亀裂や切断等を防ぐことができ、歩留まりの高い正極を作製することができたことがわかった。また、これらのことにより、ロータリースクリーンの回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく正極塗液の塗布が可能であり、塗布むら、ピンホール等の欠陥不良のない高品質な正極を作製する上で有効であることが明らかになったといえる。

【0073】次に、負極塗液を用いた以下の実施例について説明する。

【0074】＜実施例7＞実施例7では、負極塗液を作製するのに、まず、石油ピッチに酸素を含む官能基を10乃至20%導入した後に、1000℃の不活性ガスの雰囲気中で焼成し、ガラス状炭素に近い性質を有する難黒鉛炭素材料を得た。次に、得られた難黒鉛炭素材料を90重量%と、結着剤としてポリフッ化ビニリデン樹脂を10重量%とを混合して負極合剤とし、この負極合剤に溶剤としてNMPを加えて、混合機により混練・分散を行い負極塗液を作製した。

【0075】このとき、この負極塗液では、粘度範囲を明確にするために、NMP溶剤で希釈して粘度を40000mPa・sとした。このときの負極塗液の比重は、

1. 44 g/cm^3 であった。

【0076】次に、上記のようにして得られた負極塗液を下記の条件で、ロータリースクリーン塗布法による間欠塗布を行い、負極を作製した。

【0077】以下、ロータリースクリーンの塗布条件を、表3に示す。

【0078】

【表3】

ロータリースクリーン塗布条件

- ・ロータリースクリーンメッシュサイズ：30メッシュ
- ・メッシュ開口率：40%
- ・ロータリースクリーン厚さ：300 μm 、500 μm
- ・ロータリースクリーン小孔径：300 μm
- ・塗工パターン：塗工長550mm、塗工幅600mm
- ・塗工速度：100m/min

【0079】なお、負極の間欠塗布を施す帯状基材には、銅箔を用いた。

【0080】＜実施例8＞実施例8では、負極塗液の粘度を70000mPa・s（比重1.50g/cm³）にしたこと以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0081】＜実施例9＞実施例9では、負極塗液の粘度を100000mPa・s（比重1.56g/cm³）にしたこと以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0082】＜実施例10＞実施例10では、ロータリースクリーンの小孔径が500 μm であること以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0083】＜実施例11＞実施例11では、負極塗液の粘度を70000mPa・s（比重1.50g/cm³）にしたこと以外は、実施例10と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0084】＜実施例12＞実施例12では、負極塗液の粘度を100000mPa・s（比重1.56g/cm³）にしたこと以外は、実施例10と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0085】＜比較例7＞比較例7では、負極塗液の粘度を30000mPa・s（比重1.42g/cm³）＊

＊にしたこと以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0086】＜比較例8＞比較例8では、負極塗液の粘度を110000mPa・s（比重1.58g/cm³）にしたこと以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0087】＜比較例9＞比較例9では、負極塗液の粘度を100000mPa・s（比重1.35g/cm³）にしたこと以外は、実施例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0088】＜比較例10＞比較例10では、ロータリースクリーンの小孔径が500 μm であること以外は、比較例7と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0089】＜比較例11＞比較例11では、負極塗液の粘度を110000mPa・s（比重1.58g/cm³）にしたこと以外は、比較例10と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0090】＜比較例12＞比較例12では、負極塗液の粘度を100000mPa・s（比重1.35g/cm³）にしたこと以外は、比較例10と同様にして負極塗液の間欠塗布を行った。

【0091】以上のような方法で負極塗液を塗布した実施例7乃至実施例12及び比較例7乃至比較例12の負極について、負極塗液の塗布むらによって生じた帯状基材の亀裂や切断が目視により確認された場合に、その部分に負極塗液が飛散が生じているものとして負極塗液飛散の有無として調べた。

【0092】また、間欠塗布の塗工部におけるピンホールを確認された場合に、ロータリースクリーンにおける小孔の目詰まりが生じているものとして、その有無を調べた。

【0093】これら、各負極における負極塗液飛散及びロータリースクリーンの小孔の目詰まりの評価結果を以下の表4に示す。

【0094】

【表4】

	負極塗液飛散	ロータリースクリーンの小孔の目詰まり
実施例7	○	○
実施例8	○	○
実施例9	○	○
実施例10	○	○
実施例11	○	○
実施例12	○	○
比較例7	×	○
比較例8	○	×
比較例9	×	○
比較例10	×	○
比較例11	○	×
比較例12	×	○

【0095】なお、表4において、負極塗液飛散では、○印が負極塗液飛散がなく塗布が正常に行われているこ

とを表し、×印が負極塗液飛散が生じている欠陥不良であることを表している。そして、ロータリースクリーン

の小孔の目詰まりでは、○印が小孔に目詰まりが生じることなく、負極の塗工部にピンホールがなく塗布が正常に行われていることを表している。一方、×印が小孔に目詰まりが生じ、負極の塗工部にピンホールのある欠陥不良であることを表している。特に、××印は、小孔に目詰まりが非常に多い状態であり、負極の塗工部に多数のピンホールが生じた欠陥不良であることを表している。

【0096】表4からわかるように、粘度範囲が4000mPa・s以上100000mPa・sとした負極塗液を用いた実施例7乃至実施例12の負極には、負極塗液飛散がなく、ロータリースクリーンの小孔に目詰まりが生じていないことがわかった。

【0097】それに対して、粘度範囲が40000mPa・sより低い負極塗液を用いた、比較例7、比較例9、比較例10及び比較例12の負極には、負極塗液飛散を生じた。

【0098】これは、負極塗液の粘度が低く、塗工開始直後（塗工終了直後）にロータリースクリーンの外周表面に塗液滲みが生じてしまい、その回転に伴って負極塗液の塗液滲みが基材の表面に飛散したことによる。

【0099】また、粘度範囲が100000mPa・sより高い負極塗液を用いた比較例8及び比較例11の負極には、ロータリースクリーンの小孔が目詰まりしたことにより起こるピンホールを生じた。特に比較例8においては、目詰まりが非常に多い状態であった。

【0100】これは、負極塗液の粘度が非常に高く、ロータリースクリーンの内周及び外周表面で負極塗液の乾燥が起こり、小孔を目詰まらせたことによる。特に、小孔の径が300μmと小さい比較例8においては、小孔の目詰まりが顕著に現れた結果となった。

【0101】以上のことから、ロータリースクリーン塗布法に負極塗液の粘度範囲を40000mPa・s以上100000mPa・s以下にして用いることにより、負極塗液の粘性が低い場合に起こる、ロータリースクリーンの外周表面に負極塗液の塗液滲みが生じることを防ぎ、ロータリースクリーンの回転に伴って、この塗液滲みが基材の表面に飛散して塗布むらになるといった欠陥不良がなくなったといえる。また、負極塗液の粘性が過剰に高い場合に起こる、ロータリースクリーンの小孔の目詰まりを防ぎ、負極の塗工部にピンホールが生じるといった欠陥不良がなくなることがわかった。そして、これら欠陥不良を防止することにより、塗膜厚に差が生じたこと等によって起こる帯状基材の亀裂や切断等を防ぐことができ、歩留まりの高い負極を作製することができるとわかった。また、これらのことにより、ロータリースクリーンの回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく負極塗液の塗布が可能であり、塗布

むら、ピンホール等の欠陥不良のない高品質な負極を作製する上で有効であることが明らかになったといえる。

【0102】

【発明の効果】以上で説明したように、本発明に係る電極製造方法は、ロータリースクリーンを用いて正極合剤を含有した正極塗液を基材上に塗布して正極活物質層を形成する電池の電極製造方法であり、正極塗液の粘度を30000mPa・s以上90000mPa・s以下にする。これにより、ロータリースクリーンの回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく、ロータリースクリーンの外周表面に正極塗液が滲み出すことを防止でき、正極塗液が基材の表面に飛散して塗布むらになることがなくなる。そして、正極に塗布むらがなくなったことにより、基材の亀裂や切断を防ぐことができる。したがって、本手法では、ロータリースクリーンを用いて塗布した正極の品質と生産性を両立させることができる。

【0103】また、本発明に係る電極製造方法では、ロータリースクリーンを用いて負極合剤を含有した負極塗液を基材上に塗布して負極活物質層を形成する電池の電極製造方法であって、負極塗液の粘度を40000mPa・s以上100000mPa・s以下にする。これにより、ロータリースクリーンの回転速度、すなわち塗工速度及び生産性を落とすことなく、ロータリースクリーンの外周表面に負極塗液が滲み出すことを防止でき、負極塗液が基材の表面に飛散して塗布むらになることがなくなる。そして、負極に塗布むらがなくなったことにより、基材の亀裂や切断を防ぐことができる。したがって、本手法では、ロータリースクリーンを用いて塗布した負極の品質と生産性を両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電極塗布装置の概略断面図である。

【図2】間欠塗布電極の一般的な塗工パターンを示す平面図である。

【図3】電極塗布装置に備わるロータリースクリーンを示す概略斜視図である。

【図4】従来技術の方法による電極塗布装置の電極塗工部を示す要部断面図である。

【図5】間欠塗布の未塗工部に付着した塗液飛散物を示した概略平面図である。

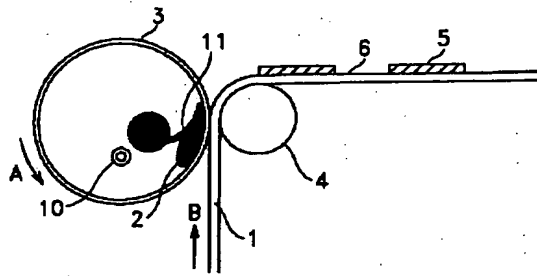
【図6】図5中線分D-D'における断面図である。

【図7】従来技術の一般的なロータリースクリーンを示す概略斜視図である。

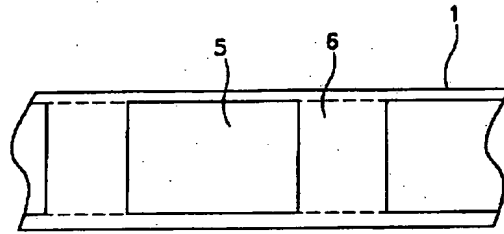
【符号の説明】

1 帯状基材、2 電極合剤塗液、3 ロータリースクリーン、5 塗工部、6 未塗工部、7 開口部、8 ステンシル部、9 小孔、11 スキージブレード、25 塗液滲み、26 塗液飛散物

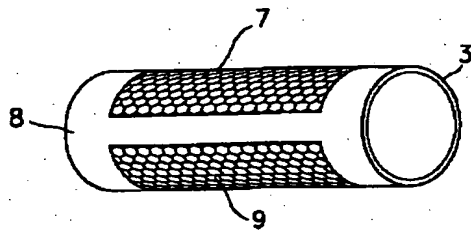
【図 1】



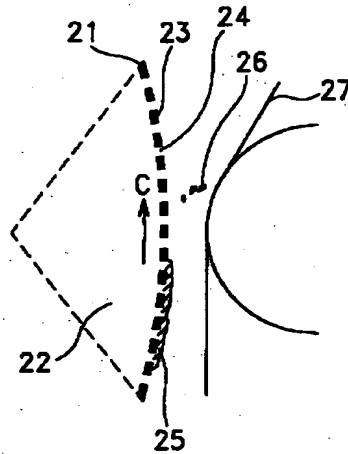
【図 2】



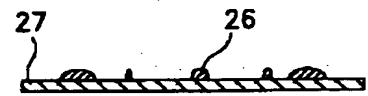
【図 3】



【図 4】

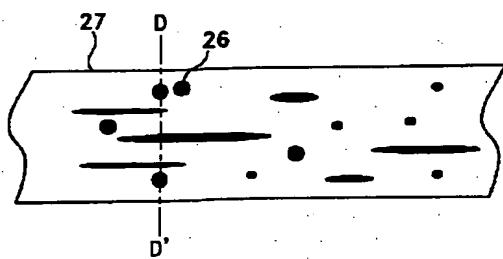


【図 6】



D-D' の断面図

【図 5】



【図 7】

